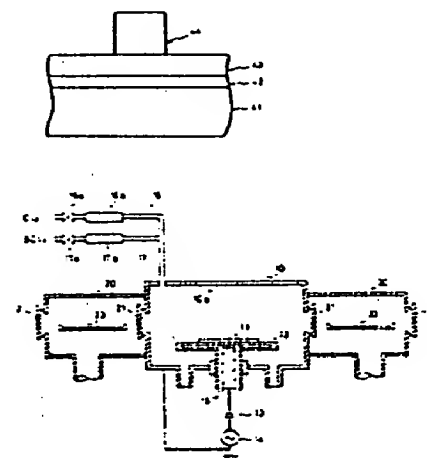


(54) DRY ETCHING OF ALUMINUM AND ALUMINUM ALLOY

(11) 2-71519 (A) (43) 12.3.1990 (19) JP
(21) Appl. No. 63-222994 (22) 6.9.1988
(71) TOSHIBA CORP (72) KEIJI HORIOKA(3)
(51) Int. Cl.³ H01L21/302, C23F4/00

PURPOSE: To execute an etching operation at high speed by a method wherein, when a pattern of an aluminum film or an aluminum alloy film is formed; a mixed gas which has been mixed so as to obtain a specific value of a mixture ratio of boron halogenide to chlorine and whose main components are chlorine and boron halogenide is used.

CONSTITUTION: A silicon oxide film 42 formed by thermal oxidation is formed on a silicon substrate 41; after that, an aluminum-silicon-copper alloy film 43 is formed by a sputter evaporation method; a resist pattern 44 is formed on this alloy film 43, a fundamental object to be processed which has been formed in this manner is etched by using a dry etching apparatus. As dry etching conditions during this process; a mixed gas whose main components are chlorine and boron chloride is used as an etching gas; a ratio of chlorine gas to boron chloride gas is set at 25 to 100%. A pressure of the mixed gas is set within a range of 1 to 20 Pa. Thereby, it is possible to execute an etching operation at high speed and nearly uniformly irrespective of whether a pattern density is large or small.

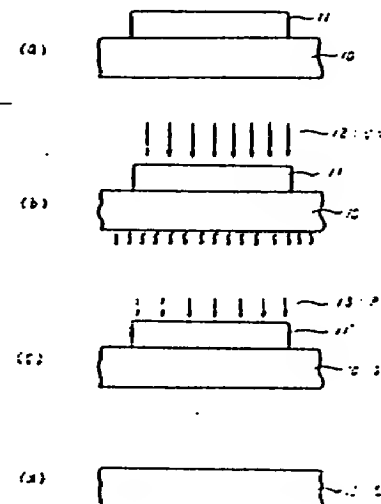


(54) REMOVAL OF RESIST

(11) 2-71520 (A) (43) 12.3.1990 (19) JP
(21) Appl. No. 63-222241 (22) 7.9.1988
(71) OKI ELECTRIC IND CO LTD (72) TOSHIYUKI ORITA(1)
(51) Int. Cl.³ H01L21/302, H01L21/027

PURPOSE: To increase an ashing velocity by a method wherein a resist is cured by using ultraviolet rays and, after that, the resist is removed at a prescribed ashing temperature.

CONSTITUTION: An Si substrate 10 is coated with a positive resist 11; after that, the positive resist 11 is patterned. Then, the positive resist 11 is irradiated with ultraviolet rays 12; the substrate 10 is heated. Then, phosphorus ions 13 are implanted into a positive resist 11' which has been cured by the ultraviolet rays. Then, the resist 11' is removed at an ashing temperature of 150 to 300°C by using a single-wafer asher. Thereby, a popcorn phenomenon is not caused and it is possible to obtain a high ashing velocity without residue after an ashing operation.

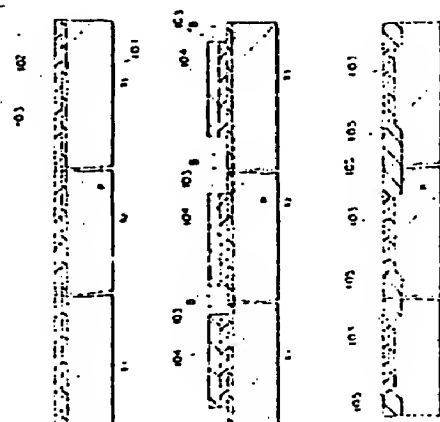


(54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR INTEGRATED CIRCUIT DEVICE

(11) 2-71521 (A) (43) 12.3.1990 (19) JP
(21) Appl. No. 64-107641 (22) 28.4.1989
(71) HITACHI LTD (72) SHINICHIRO MITANI
(51) Int. Cl.³ H01L21/316, H01L21/76, H01L27/108

PURPOSE: To realize a high integration of an IC by a method wherein a film thickness of a field insulating film is specified to a prescribed range in order to reduce an area of a dielectric isolation region FO.

CONSTITUTION: A field insulating film 105 is formed selectively on the surface of an Si substrate 101. That is to say, a photoresist film 104 is removed; after that, the surface of the Si substrate 101 is oxidized selectively by thermal oxidation by making use of an Si₃N₄ film 103 as a mask; the SiO₂ film 105 with a thickness of about 5000 Å is formed. This field SiO₂ film is removed gradually during individual processes in posterior processes; when it is completed, it is limited to a range of 2500 to 6000 Å. Thereby, the area of a dielectric isolation region of an element which constitutes an IC can be reduced sharply. Especially, since an FO area can be reduced in a 1 MOS type D-RAM, it is possible to manufacture a 256 K whose chip size is nearly identical to that of a 64K.



⑩ 日本国特許庁(JP) ⑪ 特許出願公開
⑫ 公開特許公報(A) 平2-71519

⑬ Int.Cl.³ ⑭ 特許 昭63-222994
H 01 L 21/302 ⑮ 出 願 昭63(1988)9月6日
C 23 F 4/00 ⑯ 公開 平成2年(1990)3月12日
H 01 L 21/302 G 8223-5F
E 7047-4K
C 8223-5F
審査請求 未請求 請求項の枚数 3 (全11頁)

① 発明の名称 アルミニウムおよびアルミニウム合金のドライエッチング方法

② 特 願 昭63-222994

③ 出 願 昭63(1988)9月6日

④ 発 明 者 堀 岡 啓 治 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究
所内
⑤ 発 明 者 村 口 要 也 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究
所内
⑥ 発 明 者 有 門 経 敏 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究
所内
⑦ 発 明 者 岡 野 晴 雄 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究
所内
⑧ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
⑨ 代 理 人 弁 理 士 木 村 高 久

明 細 書

1. 発明の名称

アルミニウムおよびアルミニウム合金のドライエッチング方法。

2. 特許請求の範囲

(1) 表面に所定のマスクパターンの形成されたアルミニウムあるいはアルミニウム合金膜を含む被処理基体を、エッチングガスを含む容器内に設置し、放電プラズマを形成し、該被処理基体表面にはほぼ垂直なイオン流を生ぜしめ、該アルミニウムあるいはアルミニウム合金膜を該マスクパターンに沿って選択的にエッチングするドライエッチング方法において、

前記エッチングガスが、塩素(Cl₂)とハロゲン化炭素(BX)：X=Cl、Br)を主成分とする混合ガスであって、塩素に対するハロゲン化炭素の割合を25モル%以上100モル%以下としたことを特徴とするアルミニウムおよびアルミニウム合金のドライエッチング方法、

(2) 前記エッチングガスの圧力を1.0Pa以上

2.0Pa以下としたことを特徴とする請求項(1)記載のアルミニウムおよびアルミニウム合金のドライエッチング方法、

(3) 前記容器内には、絶縁が形成されていることを特徴とする請求項(1)記載のアルミニウムおよびアルミニウム合金のドライエッチング方法、

3. 発明の詳細な説明

(発明の目的)

(産業上の利用分野)

本発明は、アルミニウムおよびアルミニウム合金のドライエッチング方法に係り、特に、パターン密度が局所的に大きく異なるようなパターンを同時に精度よくパターンニングするための方法に関する。

(従来の技術)

反応性イオンエッチング法(RIE)や反応性イオンビームエッチング法(RIBE)は、マスクパターンに沿って垂直に下地材料をエッチング加工するドライエッチング手段として用いられ、特に、半導体集積回路素子の微細化に大きな役割

を発生している。

これらのドライエッチング手段では、プラズマ中で生成されたイオンが、基体表面にはほぼ垂直に入射面突して、エッチングガスと基板との化学反応を促進し、マスクパターン下にアンダーカットの生じない四方性エッチングが達成される。

従来、アルミニウムおよびアルミニウム合金のエッチングには塩化炭素 (BCl_3) や臭化炭素 (BF_3) を主成分とし、これに30%以下の酸素 (Cl_2) を添加した混合ガスが用いられている (ジャーナルオブエレクトロケミカルソサイエティ第135巻1184ページ J. Electrochem. Soc. Vol. 135 pp 1984)。

また、高速エッチング法としては、エッチングガスとして酸素ガスをを用い、このガス圧を1.0 Pa乃至20 Paの範囲とした方法も提案されている。この方法は、ガス圧を1.0 Pa乃至20 Paの範囲にしたとき、酸素分子はアルミニウムおよびアルミニウム合金とイオン衝突のない状態

残っていたり、あるいは逆にオーバーエッチングが生じていたりすることがある。

例えば、配線パターン形成に際し、配線間の凹部を防止するためには、全ての領域でエッチングが終了するまで、エッチングを続行する必要がある。しかしながら、この間にエッチング速度の大きい領域では過剰にエッチングが進み、その結果、アルミニウム配線間の下地の絶縁膜が剥離を受けたり、マスクの下にもエッチングが進行するアンダーカットが生じたりして、深刻な問題となっていた。

このようなローディング効果を防止するには、エッチングガスの圧力を大幅に下げるという方法がある。しかしながら、ガス圧を下げると、酸素分子とアルミニウムとの反応が抑制され、エッチング速度が大幅に低下してしまうという問題があった。

(見明が解決しようとする課題)

このように、アルミニウムおよびアルミニウム合金の加工に際して、パターン密度の差が大きい

でも容易に反応することを利用したものである。

ところで、近年、IC半導体製造回路素子の用途が広がり、回路パターンも多様化しており、これに伴い、新しい問題点が出てきている。この一つは、1チップの回路内に配線パターンが密集した領域と、まばらな領域とが共存することに起因するローディング (loading) 効果が比較的大きいことである。

このローディング効果とは、被エッチング物の露出面積が変化すると同時に、単位面積当たりのエッチャントの供給量が変動するため、エッチング速度が変化する現象や、マスク部分の面積の変化に伴い、スパッタ効果でマスクから放出される炭素等の不純物量が変動し、エッチング特性が変化するという現象である。

このようにチップ内部の配線パターンの密度差が大きい場合、ローディング効果によって部分毎にエッチング速度に差が生じる。すなわち、配線密度の高い部分ではエッチングが終了しているのに対し、配線密度の低い部分ではアルミニウムが

場合、エッチング速度の局所的な変動すなわちローディング効果を生じ易く、またこのローディング効果を抑制しようとする、エッチング速度が低下するという問題があった。

本発明は、前記文書に鑑みてなされたもので、パターン密度の大小にかかわらず、高速でかつほぼ均一なエッチングを行うことのできるドライエッチング方法を提供することを目的とする。

(発明の構成)

(課題を解決するための手段)

そこで本発明では、アルミニウムあるいはアルミニウム合金膜のパターン形成のためのドライエッチングに際し、酸素に対するハロゲン化炭素の混合比が25モル%以上100モル%以下であるように混合された炭素 (Cl_2) およびハロゲン化炭素 (BX) : $\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}$) を主成分とする混合ガスを用いるようにしている。

また、本発明では、アルミニウムあるいはアルミニウム合金膜のパターン形成のためのドライエッチングに際し、酸素に対するハロゲン化炭素の

混合比が25モル%以上100モル%以下であつてかつ圧力が1.0Pa以上20Pa以下であるように混合された塩素(Cl₂)およびハロゲン化銅系(BX):X=Cl, Br)を主成分とする混合ガスを用いるようにしている。

さらにまた、本発明では、アルミニウムあるいはアルミニウム合金製のパターン形成のためのドライエッチングに際し、塩素に対するハロゲン化銅系の混合比が25モル%以上100モル%以下であるように混合された塩素(Cl₂)およびハロゲン化銅系(BX):X=Cl, Br)を主成分とする混合ガスを用いて、絶縁体の中で放電プラズマを発生し異方性エッチングを行うようにしている。

(作用)

本発明者は、アルミニウムあるいはアルミニウム合金製を、塩素とハロゲン化銅系を主成分とするエッチングガスを用いて、ドライエッチングする方法において、ガスの組成比および圧力範囲を調査させ、実験を行った結果、これらを最適範囲

に設定すれば、エッチング速度の低いドライエッチングが可能となる。

(実施例)

以下、本発明の実施例について、図面を参照しつつ詳細に説明する。

第1図は、本発明の方法に用いられるドライエッチング装置の概略構成図である。

このドライエッチング装置は、エッチング室10と、導入用予備室20と、排出用予備室30とから構成され、エッチング室10と、導入用予備室20および排出用予備室30との間はそれぞれゲートバルブ21および31により仕切られ、エッチング室を真空に保持したまま、それぞれ導入用予備室20および排出用予備室30に配設されたゲートバルブ22および32から被処理基体を導入および排出することができ、大気中の水分や酸素等の悪影響を避けることができるようになっている。23および33は基板収容台である。

また、エッチング室10は、真空容器10a内に配設された、被処理基板11を収容するための

腔に通ずるようにすれば、パターンの絶縁体によるエッチング速度の低下が小さくかつエッチング速度の比較的高いエッチングを行うことが可能であることを発見し、本発明は、これに基いてなされたものである。

すなわち、塩素に対するハロゲン化銅系の混合比を25モル%以上100モル%以下とすると、エッチング材料のマスク被覆率に対するエッチング速度の影響が無視できる程度に小さくなることを発見した。

また、この効果はエッチングガスの圧力が1.0Pa以上20Pa以下であるとき、特に顕著であることがわかった。さらに、エッチング速度は、塩素に対するハロゲン化銅系の混合比の増大と共に単調に減少するが、許容範囲内にあることが確かめられた。

さらにまた、絶縁体のなかで放電プラズマを発生させることにより、より異方性の高いエッチングが可能となる。

このように、本発明の方法によれば、パターン

第1の電極12と、この第1の電極12に13.56MHzの高周波電圧を印加すべくブロッキングキャパシタ13を介して接続された高周波電極14と、第1の電極12を冷却するための冷却管15と、塩素ガス供給ライン16と、塩化銅系供給ライン17とを具備し、真空容器10a内に塩素および塩化銅系を導入しつつ、この第1の電極12と第2の電極を兼ねた真空容器10aの内壁との間に高周波電圧が印加されるようになっている。

この塩素ガス供給ライン16および塩化銅系供給ライン17は、それぞれバルブ16aおよび17aと、流量調整器16bおよび17bを具備し、流量およびガス圧を所望の値に調整できるようになっている。

次に、このドライエッチング装置を用いたエッチング方法について説明する。

まず、第2図(a)に示すように、被処理基体を形成する。すなわち、シリコン基板41上に、熱酸化によって形成された酸化シリコン(SiO₂)膜42を形成した後、スパッタ法で

法によりアルミニウム—シリコン—銅合金膜（Al—Si—Cu）43を形成し、このアルミニウム—シリコン—銅合金膜43上にレジストパターン44を形成する。このレジストパターンは、型硬化化製のOFPR800と題されているフォトリソレジストを、基板表面に塗布し、フォトリソ法によって選択的に除去し、形成される。そして、このマスクパターンとしては、シリコン基板の全面積に対するパターン面積が0%～50%の範囲内で種々のものを用いた。

このようにして形成された液処理晶体を、第1図に示したドライエッチング装置を用いてエッチングする。

このときのエッチング条件は、エッチングガスとして塩素 (Cl_2) および塩化硼素 (BCl_3) を主成分とする混合ガスを用い、ガス流量は $75 \text{ sccm} / \text{分}$ 、圧力は 3 Pa 、印加した RF 電力は電極 1 cm 当たり 0.6 W とした。

このときのエッチング結果は、図3図に示すように、エッチングガスとして塩素ガスのみを用い

入の比が25%~100%のものを用いるのが望ましい。

さらに、第2図1b)に示すように、マスクパターンをフォトリソストに写して、酸化シリコン膜パターン45とした場合のマスク被覆率とエッチング速度との関係を測定した結果を第4図に示す。エッチング条件については、前記エッチング時と同様とする。

ここでも曲線 a は、 γ 塩素ガスのみをエッチングガスとして用いた組合のマスク被覆率とエッチング速度との関係を示す。ここで、エッチングガスとして塩素ガスのみを用いた場合（曲線 a）、マスク被覆率 0 のサンプルに対しては 0.85 $\mu\text{m}/\text{分}$ のエッチング速度が得られるにもかかわらず、エッチング速度はマスク被覆率と共に単調に増加し、マスク被覆率 50% の場合は 1.5 $\mu\text{m}/\text{分}$ とエッチング速度は約 1.8 倍に速している。このように、マスクパターン依存性が極めて大きい。これに対し、エッチングガスとしての塩素ガスに酸素塩素ガスを 15%（曲線 b）、25%（曲線

た場合（曲線a）、マスク被覆率0のサンプルに対しては0.85 μm 分のエッチング速度が得られるにもかかわらず、エッチング速度はマスク被覆率と共に単調に減少し、マスク被覆率50%の場合、エッチング速度は約1/3に減少した。このように、マスクパターン依存性が極めて大きい。これに対し、エッチングガスとしての酸素ガスに塩化酸素ガスを15%（曲線b）、25%（曲線c）、50%（曲線d）と添加していくと、曲線は次第に傾きが小さくなって平坦となり、パターン深度に対する依存性が徐々に低減されていることがわかる。このように添加量を越すほどパターン深度依存性が低下する傾向にあるが、マスク被覆率0のサンプルに対するマスク被覆率50%のサンプルのエッチング速度の比が60%程度が許容限度であり、このときの塩化酸素ガスの添加量は25%（曲線c）である。また、塩化酸素ガスの添加量が100%を超えると曲線eに示すようにエッチング速度が低くなる。従って、エッチングガスとして、酸素ガスに対する塩化酸素ガ

c)、50% (曲線d)と増加していくと、この場合も曲線は次第に傾きが小さくなって平坦となり、パターン密度に対する依存性が徐々に低減されていることがわかる。そして、添加量25%の場合、アスク酸置率によるエッチング速度の変動率は、20%程度となっている。

また、同様の実験を、窒化シリコン膜をマスクとして行ったところ、図4図に示した酸化シリコン膜パターンをマスクとした場合とほぼ同じ特性を示すことが明らかとなった。

このように、有機物であるフトリジストをマスクとした場合（図3図）と酸化シリコン膜または窒化シリコン膜等の無機膜をマスクとした場合とでは、マスク被覆率依存性すなわちパターン密度依存性は全く逆の傾向を示している。しかしながら、いずれのマスク材料を用いた場合も、一定量の酸化要素を添加することによって、パターン密度依存性が大幅に低下している。また、加工形状もパターン密度に依存することなく、ほぼ同一であった。

さらに、酸化酸素ガスの添加に伴うエッチング速度の変動を測定した結果を図5に示す。ここでは、測定はマスク被覆率0とした上記実験例と同様のサンプルについて行った。そして他のエッチング条件については、上記実験例の場合と同様にそれぞれガス流量は75 ml/min、圧力は2 Pa、印加したRF電力は電極1個当たり0.6 Wとした。この図からも明らかなように、エッチング速度は酸化酸素ガスの添加と共に単調に減少する。

以上の実験結果からわかるように、パターン係数が小さくかつ比較的高いエッチング条件が得られるガス混合比は25%~100%程度である。

さらに、エッチングガスの圧力とエッチング速度との関係も測定した結果を図6に示す。ここで曲線Aは酸素ガスのみをエッチングガスとした場合について、曲線Bは酸化酸素ガスと酸素ガスを1対1で混合した(酸素ガスに対する酸化酸素ガスの混合比100%の)混合ガスをエッチングガスとした場合であって放電を付加した場合の測定結果である。さらにA'およびB'はそれぞれの混合比についてエッチング初期のみ放電を付かない、または放電を付加しない場合の測定結果である。

ておくためである。

図7図において、曲線Aと曲線A'とを比較すると、ほぼ同一図上にあり、酸素ガスのみをエッチングガスとした場合は、放電の有無にかかわらず、エッチング速度がほぼ同一であり、しかもガス流量にはほぼ比例して増大していることがわかる。この結果は、放電を付加した場合でも、主たるエッチング反応は酸素分子とアルミニウムとの反応であり、酸素ガスの供給によって反応が促進されていることを示唆している。

また曲線B'をみると、酸化酸素ガスと酸素ガスを1対1で混合した混合ガスをエッチングガスとした場合であって放電を付加しない場合では、エッチング速度は、酸素ガスのみをエッチングガスとした曲線AおよびA'の場合と比較して、約1/2となり、やはり流量にはほぼ比例して増大することがわかる。この場合も主たるエッチング反応は酸素分子とアルミニウムとの反応であり、酸素ガスの供給によりエッチング反応が進行する。

これに対し、曲線Bでは他の場合と異なってい

図5 エッチング速度と酸化酸素ガス流量の関係

くガスとした場合にの測定結果である。エッチング速度はいずれの混合比10 Pa程度で最大となる。そして、比較的高いエッチング速度を得ることができるのは1 Pa~20 Paの範囲に圧力を設定したときであることがわかる。

また全ガス流量に対するエッチング速度の関係を測定した結果を図7に示す。ここでも、曲線Aは酸素ガスのみをエッチングガスとした場合について、曲線Bは酸化酸素ガスと酸素ガスを1対1で混合した(酸素ガスに対する酸化酸素ガスの混合比100%の)混合ガスをエッチングガスとした場合であって放電を付加した場合の測定結果である。さらにA'およびB'はそれぞれの混合比についてエッチング初期のみ放電を付かない、または放電を付加しない場合の測定結果である。ここでエッチング初期のみ放電を付加しないようにしたのは、アルミニウムは酸素分子と反応するが、アルミニウム表面の自然酸化膜は酸素分子と反応しないため、この自然酸化膜をあらかじめ除去し

り、酸化酸素ガスと酸素ガスを1対1で混合した混合ガスをエッチングガスとした場合であって放電を付加した場合では、エッチング速度はガスの流量に対する依存性が小さく、特に流量75 ml/min以上ではほぼ飽和する傾向にある。この結果は、エッチング反応の律速段階が酸素分子の供給とは異なることを示唆している。

このように、エッチング反応の律速段階が変化することによって、気相中の酸素分子の濃度が減少する。

①酸化酸素の放電分解物が酸素分子と反応することによって、気相中の酸素分子の濃度が減少する。

②酸化酸素の放電分解物が、アルミニウム表面に吸着または堆積して、酸素分子とアルミニウムとの反応を抑制する。

③酸素分子によるエッチング生成物はAl₂O₃またはAl₂Cl₃とされているが、酸化酸素を添加することにより別の反応生成物ができる。

これらの原因を明らかにするため、XPSによ

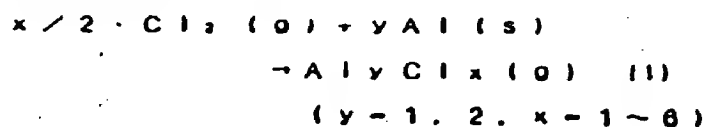
り、エッチング後のアルミニウム表面元素の分析を行った。ここでは、還元酸素ガスと塩素ガスとを1対1で混合した混合ガスをエッチングガスとした場合であって塩素分子によりエッチングが進行する放電を付加した場合と塩素分子によりエッチングが抑制される放電を付加しない場合とについて比較した結果を次表に示す。

表

	Al	O	Cl	C	B
Cl ₂ -BCl ₃ 放電有り	30%	44%	3%	14%	9%
無し	35%	49%	1%	15%	0

って0℃の冷却水が見られており、放電開始前はウェハは0℃に保たれている。

第8図(a)の塩素ガスのみをエッチングガスとした場合、ウェハ温度は50℃まで一旦上昇し、その後エッチングされるアルミニウムがなくなり、下地の酸化シリコンがあらわれると、45℃に低下している。アルミニウムエッチング時に温度が上昇するのは、放電プラズマからの輻射熱およびイオン衝撃による加熱と、アルミニウムのエッチング反応に伴う発熱によるものであると考えられる。また、エッチング終了後アルミニウム温度が下降するのは反応熱による発熱がなくなったためである。この結果は、アルミニウムの塩素によるエッチング反応(次式1)が全体として発熱反応であることを示している。



一方、第8図(b)の還元酸素ガスと塩素ガスとを1対1で混合した混合ガスをエッチングガス

として放電を行いつつエッチングを行う場合は、Cl₂のみの場合と異なり、放電開始後、アルミニウムのエッチング反応が進行している間はウェハの温度上昇が温度は35℃にとどまっているのに対し、エッチングが終了して酸化シリコンが露出した後は、45℃まで温度上昇している。この結果は、アルミニウムのエッチング反応が全体として発熱反応であることを示唆している。

この表で注目したいのは放電有りの場合のみ表面から酸素が検出されている点である。この結果は、副反応山②または山③により、エッチング反応が抑制されている可能性があることを示している。

次に、エッチング時のウェハ温度を測定した結果を第8図に示す。第8図(a)は塩素ガスのみをエッチングガスとして放電を行いつつエッチングを行う場合についての、放電開始からのエッチング経過時間とウェハ温度との関係を示し、第8図(b)は還元酸素ガスと塩素ガスとを1対1で混合した混合ガスをエッチングガスとして放電を行いつつエッチングを行う場合についての、放電開始からのエッチング経過時間とウェハ温度との関係を示す。なお、ウェハの裏面されている穴には冷却水15℃

として放電を行いつつエッチングを行う場合は、Cl₂のみの場合と異なり、放電開始後、アルミニウムのエッチング反応が進行している間はウェハの温度上昇が温度は35℃にとどまっているのに対し、エッチングが終了して酸化シリコンが露出した後は、45℃まで温度上昇している。この結果は、アルミニウムのエッチング反応が全体として発熱反応であることを示唆している。

現時点では、このエッチング反応の反応式を特定することはできないが、塩素ガスのみでエッチングする場合とは、エッチングに伴う発熱または、エッチング反応の生成物が残っている可能性がある。

このような実験結果から第3図において、酸素ガスの含有比率が大きいものは、フォトリソマスクの被覆率が增大するとエッチング速度が低下する傾向が強いのは、イオン衝撃によりフォトリソマスクがスパッタされ、その分解生成物がアルミニウム上に堆積して、塩素分子とアルミニウムとの反応を抑制しているためと考えられ、

スクパターンのピッチを定数させた実験によると、このようなスパッタ物の増減による効果は、マスクから半径3mm程度すなわち約 $30\pi^2$ の面積範囲に及ぶことが明らかとなった。

また、第4図において、酸素ガスの含有比率が大きいものほど、酸化シリコンまたは窒化シリコンマスクの被覆率が增大すると、エッチング速度が低下する傾向が強いのは、つぎのような理由によるものと考えられる。酸化シリコンや窒化シリコン等の被覆膜はスパッタを受けにくく、エッチングを抑制するような分解生成物は発生せず、マスクの被覆率が增大すると単位面積当たりの酸素ガス供給量が增大するため、エッチング速度が低下するものと思われる。

これら2つの場合の異なるエッチング速度は、いずれもエッチング反応が、主として反応式(1)に基づいて起こり、酸素分子とアルミニウムとの化学反応であることに起因する。

すなわち、化学反応であるため、表面の汚染物の影響を受け易く、また酸素の供給量に依存され

るため、アルミニウムの露出面積の变化の影響を受けやすい。これにより、酸化酸素を25%以上添加すると、エッチング反応の増減効果が変化し、このようなパターン依存性が解消されたものと思われる。

次に、本発明の他の実施例について説明する。

この方法で使用するエッチング装置は、第9図に概略図を示すように、第2の電極を兼ねた真空容器10の上部に同心円状に配列され、回転軸19を中心にして同心回転される永久磁石18を備え、真空容器10内に最大200 Gaussの磁場が生ずるようになっていることを特徴とするもので、他部については第1図に示したエッチング装置と全く同様に構成されている。

この装置では、真空容器10に反応ガスを導入して、RF電力を印加すると、電極とこれに面する組成成分の効果により、プラズマ中の電子がサイクロイド運動をする。この結果、分子の解離効率が上がり、高周波のマグネトロンプラズマを得ることができるものである。

このエッチング装置を用いたアルミニウムのエッチング特性を測定した結果を第10図に示す。第10図は、エッチング速度とガスの組成比との関係を測定した結果を示し、前記実施例に於ける第7図に対応するものである。サンプルおよびエッチング条件については、前記実施例と全く同様にしておこなった。

すなわち、曲線Aは酸素ガスのみをエッチングガスとした場合について、曲線Bは酸化酸素ガスと酸素ガスを1対1で混合した（酸素ガスに対する酸化酸素ガスの混合比100%の）混合ガスをエッチングガスとした場合であって放電を付加した場合の測定結果である。圧力は3Pa、印加したRF電力は電極1cm当たり0.8Wとした。

この装置によって実験を行った結果においても、第7図に示した前記実施例の曲線と同様の特性を示す。すなわち、酸素ガスのみをエッチングガスとした曲線Aの場合は、エッチング速度がほぼ露出面積に比例して増大するのに対し、酸化酸素ガスと酸素ガスを1対1で混合した混合ガスをエッチ

ングガスとした曲線Bの場合は、露出面積に対して飽和する傾向を示す。しかしながら、この飽和点に於けるエッチング速度が、前記実施例の場合3000人/分に過ぎないのに対し、マグネトロンプラズマを用いたこの場合は、5000人/分に達している。

また、マスクパターン面積すなわちマスク被覆率に対するエッチング速度依存性は、前記実施例の場合と同様であり、酸素のみでは極めて大きいものに対し、酸化酸素を添加することにより、このエッチング速度依存性は大幅に低減され、酸化酸素に対する酸素の混合比が25%~100%の範囲で良好なエッチング結果を得ることができた。また、エッチング圧力0.3Pa乃至10Paの範囲で2000人/分という実用に応じ得るエッチング速度を得ることができた。

なお、本発明は、実施例に限定されるものではない。

例えば、実施例ではエッチング手段として、平行平板形の反応性イオンエッチング(RIE)が

よびマグネトロン形の反応性イオンエッチングを用いたが、電子サイクロトロン共振（ECR）プラズマを用いた異方性ドライエッチング等を用いる場合に対しても適用可能である。

さらに、前記実施例では、塩素ガスと塩化硼素ガスとの混合ガスを用いたが、塩化硼素に代えて、臭化硼素（ BBr_3 ）を用いても同様の効果をもたらすことが確認されている。さらに、塩素ガスとハロゲン化硼素（ BX_3 ； $\text{X}=\text{Cl}, \text{Br}$ ）を主成分として含み、ヘリウム（ He ）や窒素（ N_2 ）等の不活性ガスや、一酸化炭素（ CO ）や四塩化炭素（ CCl_4 ）等の炭素を含む混合ガスを用いる組合にも有効である。

さらにまた、被処理材料としては、実施例で用いたアルミニウム-シリコン-銅合金の他、アルミニウムまたはアルミニウムを主成分とする他の合金にも有効である。

（発明の効果）

以上説明してきたように、本発明の方法によれば、アルミニウムあるいはアルミニウム合金製の

して塩素ガスを用いた場合と塩化硼素と塩素との混合ガスを用いた場合とにおけるエッチング速度に伴うウェハ曲率の変化を示す図、第9図は本発明の他の実施例のエッチング装置を示す図、第10図は第9図のエッチング装置を用いてエッチングを行った場合の全ガス流量に対するエッチング速度の関係を示す図である。

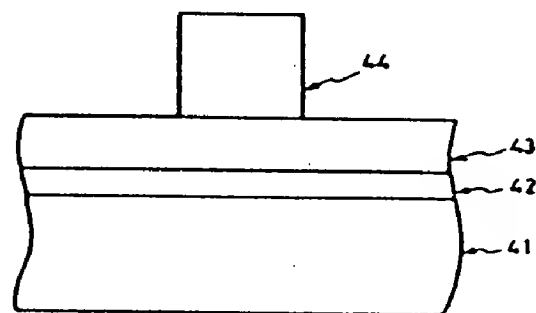
10—エッチング室、10a—真空容器、20—導入用予備室、3—排出用予備室、21、22、31、32—ゲートバルブ、23、33—基板設置台、11—被処理基板、12—図1の電極、13—ブロッキングダイオード、14—高周波電源、15—冷却管、16—塩素ガス供給ライン、17—塩化硼素供給ライン、18a、17a—バルブ、18b、17b—流量調整器、18—水久磁石、19—回転軸、41—シリコン基板、42—酸化シリコン膜、43—アルミニウム-シリコン-銅合金膜、44—レジストパターン、45—酸化シリコン膜パターン。

1970年12月10日（日）

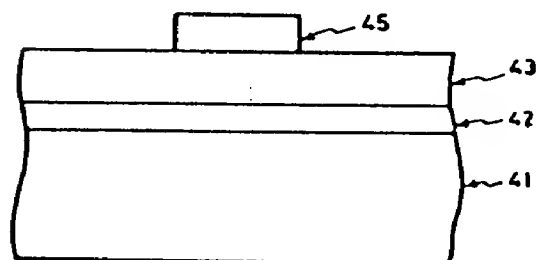
パターン形成に際し、塩素に対するハロゲン化硼素の混合比が25モル%以上100モル%であるように混合された塩素（ Cl_2 ）およびハロゲン化硼素（ BX_3 ； $\text{X}=\text{Cl}, \text{Br}$ ）を主成分とする混合ガスを用いるようにしているため、パターン精度保持性が小さく、エッチング速度の速いドライエッチングが可能となる。

4. 図面の簡単な説明

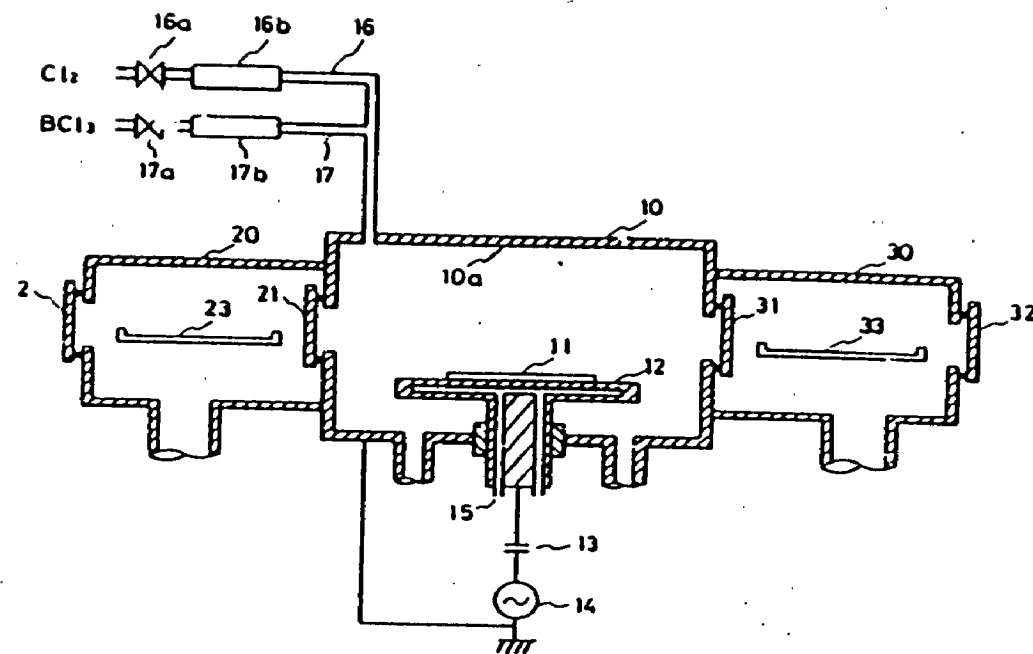
第1図は、本発明実施例のエッチング方法に用いられるエッチング装置を示す概略図、第2図（a）および第2図（b）は、それぞれ被処理体を示す図、第3図および第4図は、それぞれ第2図（a）および第2図（b）の被処理体に対し、エッチングをおこなった場合のエッチング速度とマスク被覆率との関係を示す図、第5図は塩化硼素の添加量に対するエッチング速度の变化を示す図、第6図はエッチング圧力とエッチング速度との関係を示す図、第7図は全ガス流量に対するエッチング速度の関係を示す図、第8図（a）および第8図（b）はそれぞれエッチングガスと



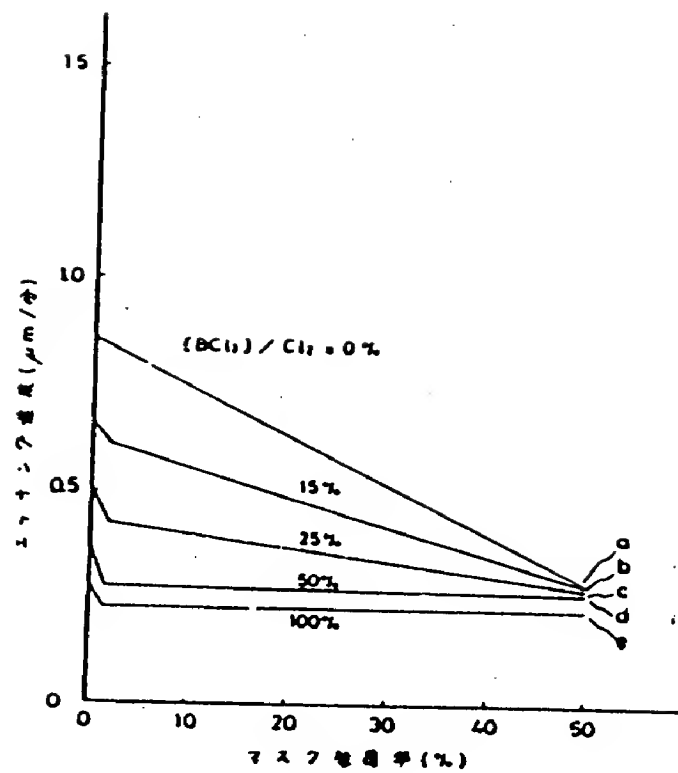
第2図 (a)



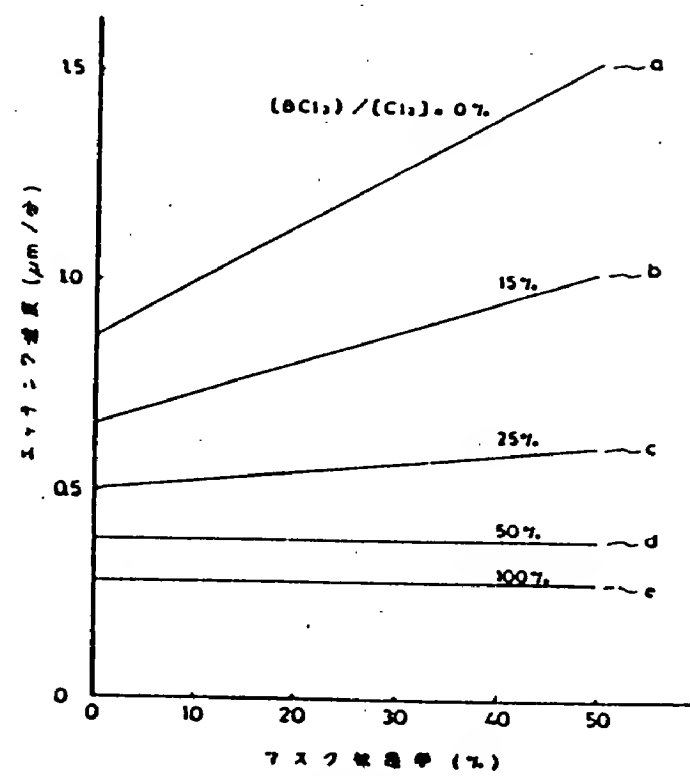
第2図 (b)



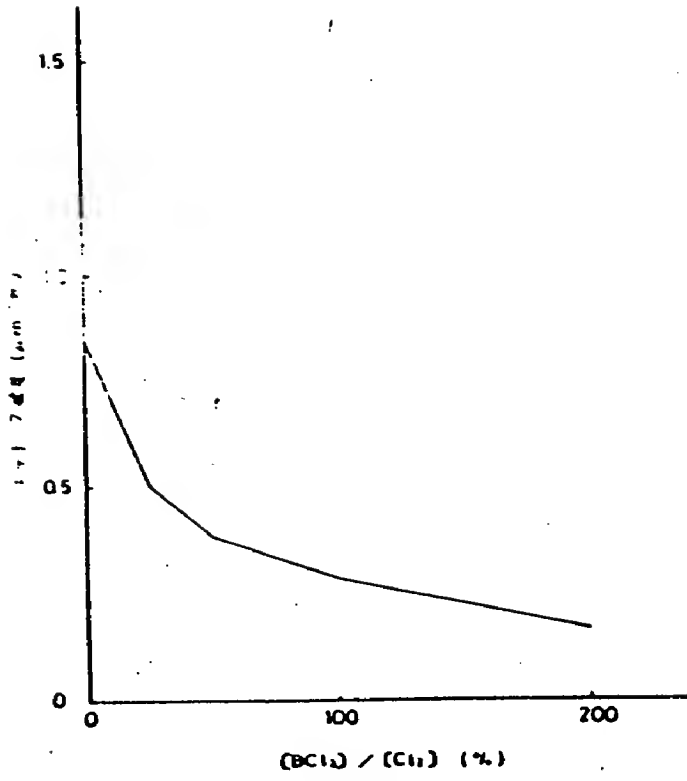
第1図



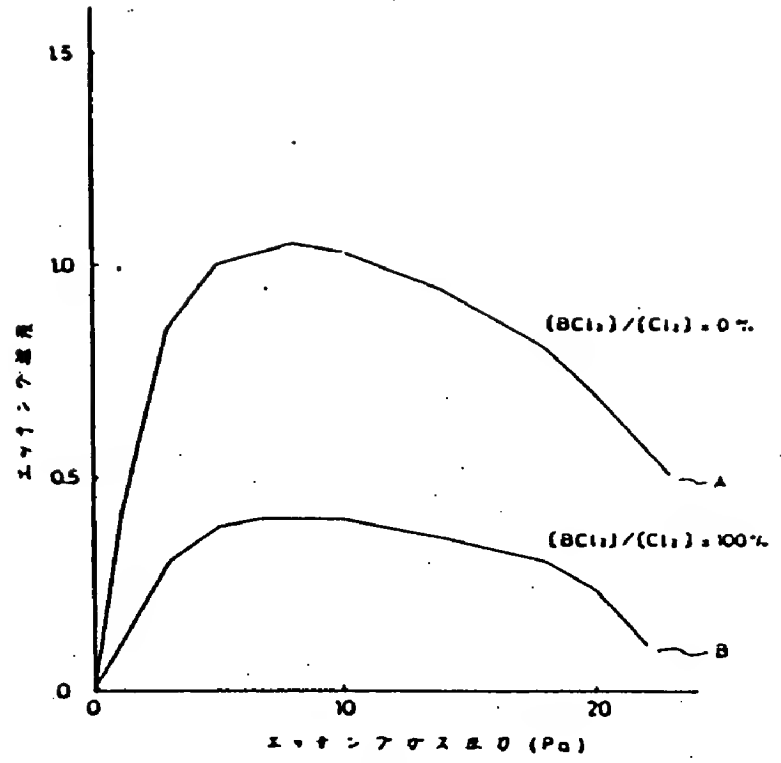
第3図



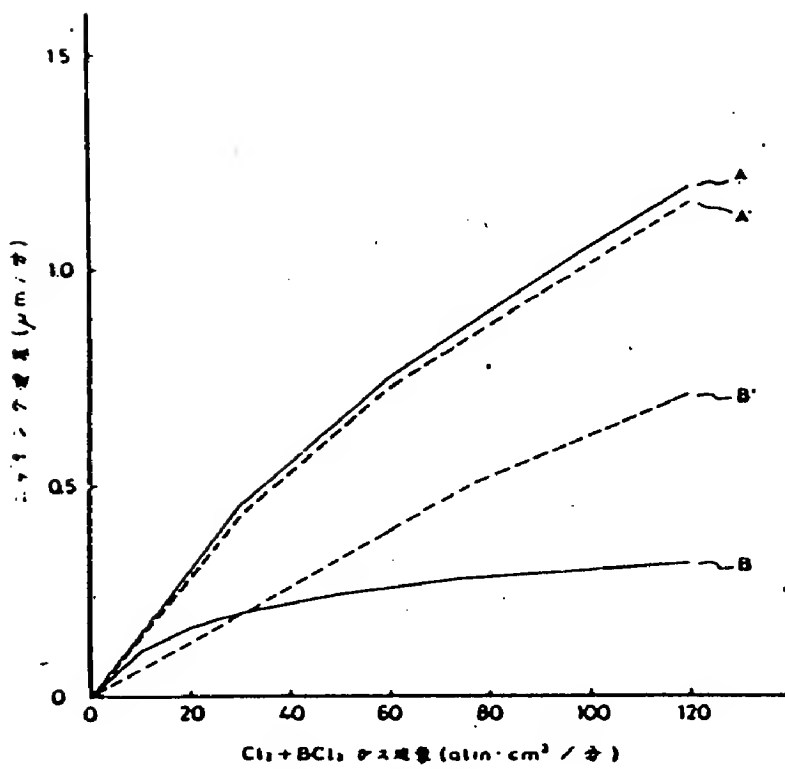
第4図



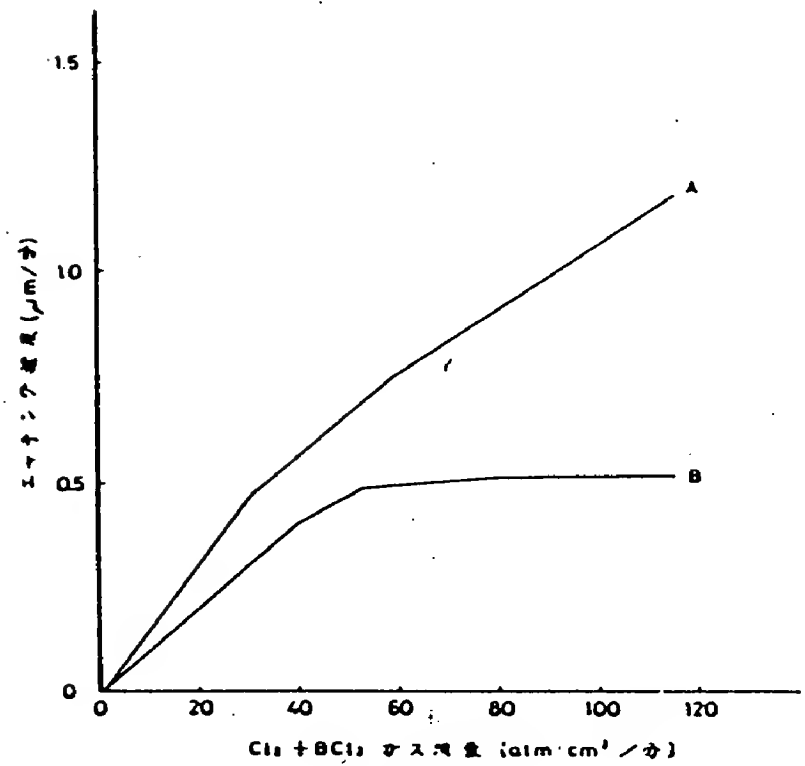
第5図



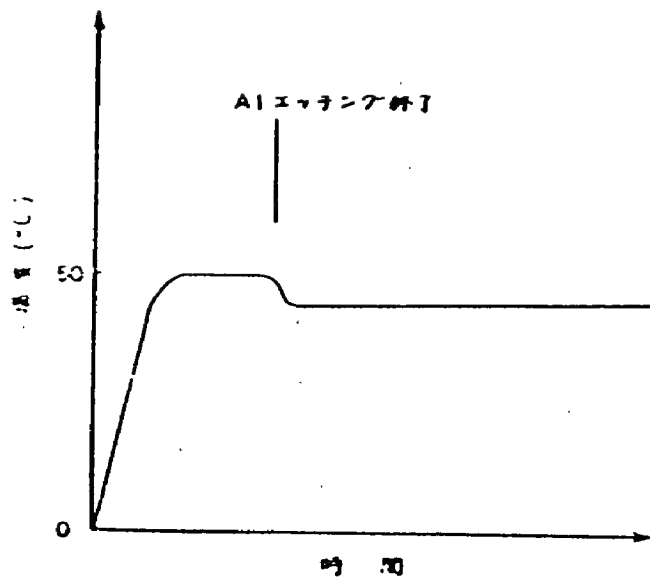
第6図



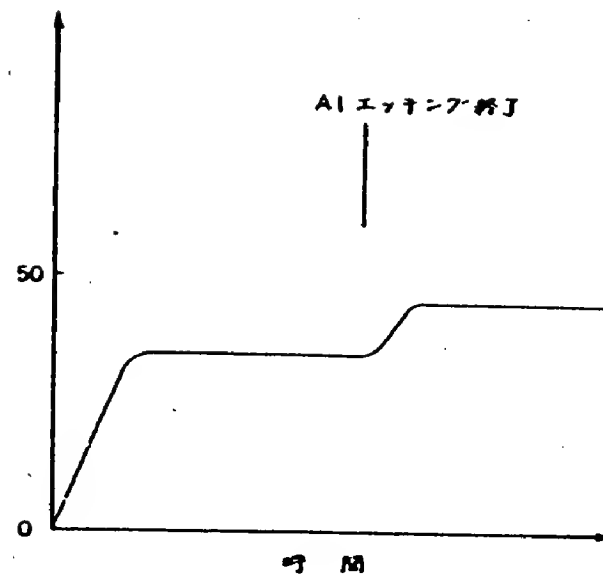
第7図



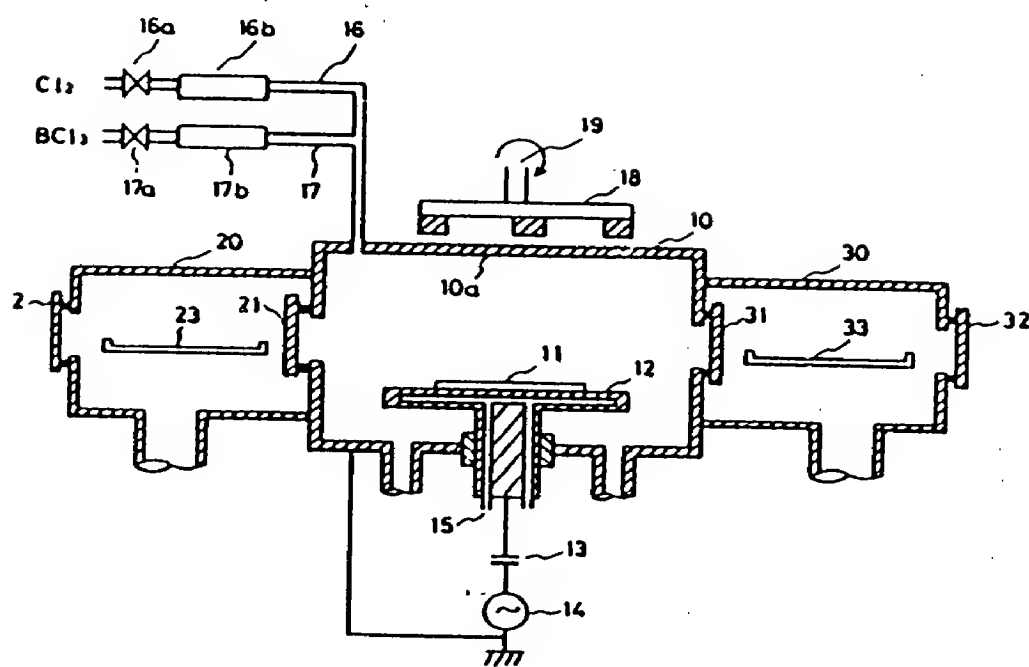
第10図



第8図 (a)



第8図 (b)



第9図